

---

**UNIVERSITI SAINS MALAYSIA**

Peperiksaan Semester Kedua  
Sidang Akademik 2011/2012

Jun 2012

**EEM 253 – Rekabentuk Mekatronik I**

Masa : 2 jam

---

**ARAHAN KEPADA CALON:**

Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi TIGA BELAS muka surat bercetak sebelum anda memulakan peperiksaan ini.

Kertas soalan ini mengandungi **EMPAT** soalan

Jawab **TIGA** soalan.

Mulakan jawapan anda untuk setiap soalan pada muka surat yang baru.

Agihan markah bagi soalan diberikan disudut sebelah kanan soalan berkenaan.

Jawab semua soalan di dalam Bahasa Malaysia atau Bahasa Inggeris atau kombinasi kedua-duanya.

**“Sekiranya terdapat sebarang percanggahan pada soalan peperiksaan, versi Bahasa Inggeris hendaklah diguna pakai.”**

*“In the event of any discrepancies, the English version shall be used.”*

1. (a) Nyatakan tiga elemen asas bagi alamat Masukan/Keluaran (I/O) suatu sistem PLC. Guna lakaran yang sesuai bagi menggambarkan sambungan-sambungannya.

*State the three basic elements of an Input/Output (I/O) address of the PLC system. Use appropriate drawing to visualize the connections.*

(20 markah/marks)

- (b) Dengan menggunakan litar skematik dan gambarajah masa yang bersesuaian, huraikan jujukan pengendalian bagi keadaan berikut:

*Using suitable schematic circuit and appropriate timing diagram, describe the sequence of operation for the following:*

- (i) Litar pemasa ganti BUKA-lengah bagi sesentuh lazimnya buka dan tutup bermasa (NOTC).

*ON-delay relay timer circuit for normally open, timed closed contact (NOTC).*

- (ii) Litar pemasa ganti TUTUP-lengah bagi sesentuh lazimnya buka dan buka bermasa (NOTO).

*OFF-delay relay timer circuit for normally open, timed open contact (NOTO).*

(30 markah/marks)

- (c) Rekabentuk satu aturcara PLC dengan menyediakan gambarajah penyambungan I/O tipikal dan aturcara logik tangga bagi aplikasi seperti dalam Rajah 1(c). Jujukan pengendaliannya adalah seperti berikut:

*Design a PLC program and prepare a typical I/O connection diagram and ladder logic program for the application as shown in Figure 1(c). The sequence of operation goes as follows:*

- (i) Butang tekan lazimnya buka diguna untuk memulakan proses dan butang tekan lazimnya tutup diguna untuk menghentikan proses.

*Normally open start and normally closed pushbuttons are used to start and stop the process.*

- (ii) Apabila butang mula ditekan, solenoid A ditenagakan dan cecair mula memenuhi tangki.

*When the start button is pressed, solenoid A energizes to start filling the tank.*

- (iii) Semasa tangki dipenuhi, suis penderia aras kosong menutup.  
*As the tank fills, the empty level sensor switch closes.*

- (iv) Apabila tangki telah penuh, suis penderia aras penuh menutup.  
*When the tank is full, the full level sensor switch closes.*

- (v) Solenoid A dinyahtenaga.  
*Solenoid A is de-energized.*

- (vi) Motor aduk bermula secara automatik dan beroperasi selama 3 minit bagi mengacau cecair tersebut.

*The agitation motor starts automatically and runs for 3 min to mix the liquid.*

- (vii) Apabila motor aduk berhenti, solenoid B ditenagakan dan cecair akan mengosongkan tangki.

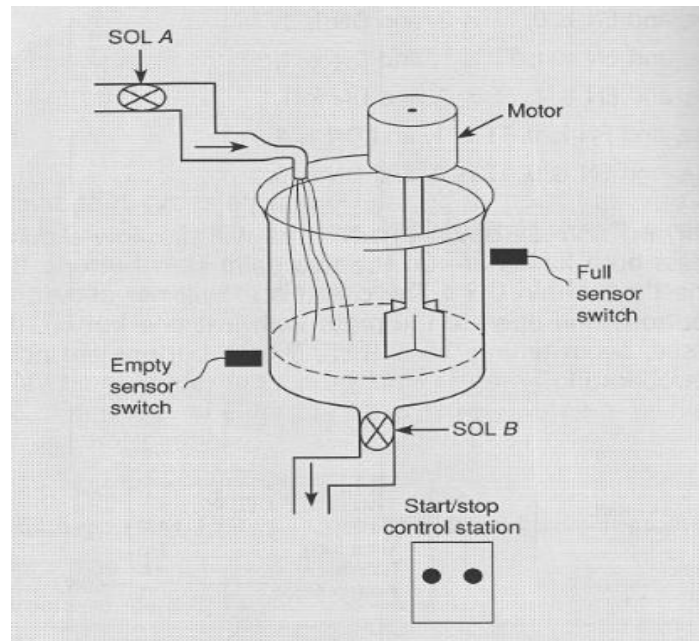
*When the agitation motor stops, solenoid B is energized to empty the tank.*

- (viii) Apabila tangki telah kosong sepenuhnya, suis penderia kosong membuka bagi menyahtenaga solenoid B.

*When the tank is completely empty, the empty sensor switch opens to de-energize solenoid B.*

- (ix) Butang mula ditekan bagi mengulangi jujukan proses tersebut.

*The start button is pressed to repeat the sequence.*



Rajah 1(c)

Figure 1(c)

(50 markah/marks)

2. (a) Apakah geganti selakan elektromagnetik? Bandingkan dengan keluaran PLC berselak (OTL) dan keluaran tak berselak (OTU).

*What is electromagnetic latching relay? Compare it with the PLC output latched (OTL) and output unlatched (OTU).*

(20 markah/marks)

- (b) Pelajari aturcara logik tangga seperti dalam Rajah 2(b) dan jawab soalan-soalan berikut:

*Study the ladder logic program in Figure 2(b), and answer the following questions:*

- (i) Dalam keadaan manakah palang 1 berselak akan menjadi BENAR?  
*Under what condition will the latched rung 1 be TRUE?*
- (ii) Dalam keadaan manakah palang 2 tak berselak akan menjadi BENAR?  
*Under what condition will the unlatched rung 2 be TRUE?*
- (iii) Dalam keadaan manakah palang 3 akan menjadi BENAR?  
*Under what condition will rung 3 be TRUE?*
- (iv) Apakah keadaan geganti apabila PL1 menyala?  
*What is the state of the relay when PL1 is on?*
- (v) Apakah keadaan geganti apabila PL2 menyala?  
*What is the state of the relay when PL2 is on?*

- (vi) Sekiranya kuasa AU dibuang dan kemudiannya dijana kembali kepada litar, lampu pandu yang manakah yang akan menyala secara automatik?

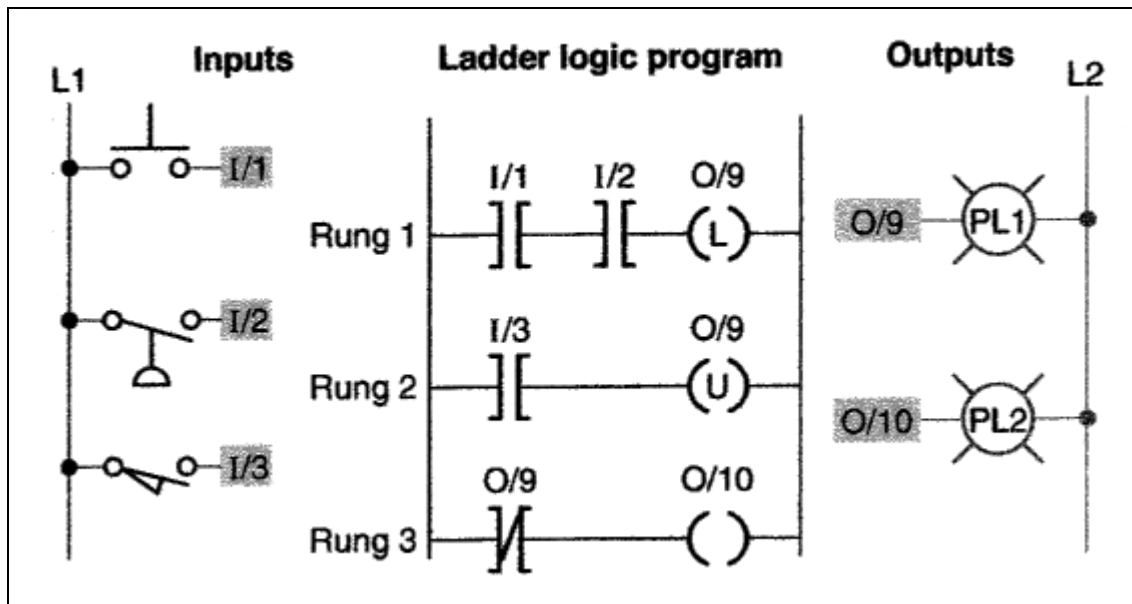
*If AC power is removed and then restored to the circuit, which pilot light will automatically turn on?*

- (vii) Andaikan bahawa geganti berada dalam keadaan berselak dan ketiga-tiga masukan adalah SALAH. Apakah perubahan masukan yang mesti berlaku supaya geganti boleh bertukar kepada keadaan tak berselak?

*Assume the relay is in its LATCHED state and all three inputs are FALSE. What input change(s) must occur for the relay to switch into its UNLATCHED state?*

- (viii) Jika arahan periksa jika tertutup (XIC) pada alamat I/1, I/2 dan I/3 adalah semuanya BENAR, pada keadaan manakah geganti itu akan berada? Kenapa?

*If the examine if closed instructions (XIC) at address I/1, I/2 and I/3 are all TRUE, what state will the relay remain in? Why?*



Rajah 2(b)

Figure 2(b)

(30 markah/marks)

- (c) Banding dan beza-jelaskan ketiga-tiga bahasa bergambar IEC 61131-3. Dengan merujuk kepada proses yang sama seperti dalam Rajah 1(c), rekabentuk aturcara menggunakan penyelesaian FBD atau SFC.

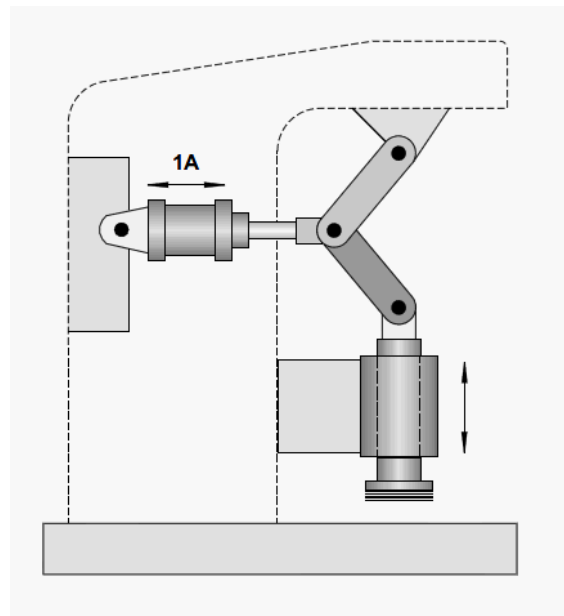
*Compare and contrast the three IEC 61131-3 graphical languages. By referring to the same process as in Figure 1(c), design the program using the FBD or SFC solution.*

(50 markah/marks)



3. (a) Komponen-komponen dihentak dengan satu alat penghentak seperti yang ditunjukkan pada Rajah 3(a). Dengan menekan dua suis tekan, “acuan” ditolak ke bawah dan menghentakkan komponen tersebut. Apabila satu **tekanan hentakan** tercapai, penghentak itu dikembalikan ke tempat asal. Lukiskan gambarajah litar elektrik dan pneumatik untuk proses tersebut. Gunakan silinder dua tindakan. Cadangkan satu komponen yang sesuai untuk mengesan tekanan penghentak.

*Parts are to be stamped with a stamping device as shown in Figure 3(a). By pressing two pushbutton switches, the die is pushed down and the part is stamped. When the **stamping pressure** has been achieved, the die is returned to its start position. Draw the hardwired circuit diagram and pneumatic diagram for this process. Use the double acting cylinder. Suggest a suitable component to sense the stamping pressure.*



Rajah 3(a)

Figure 3(a)

(40 markah/marks)

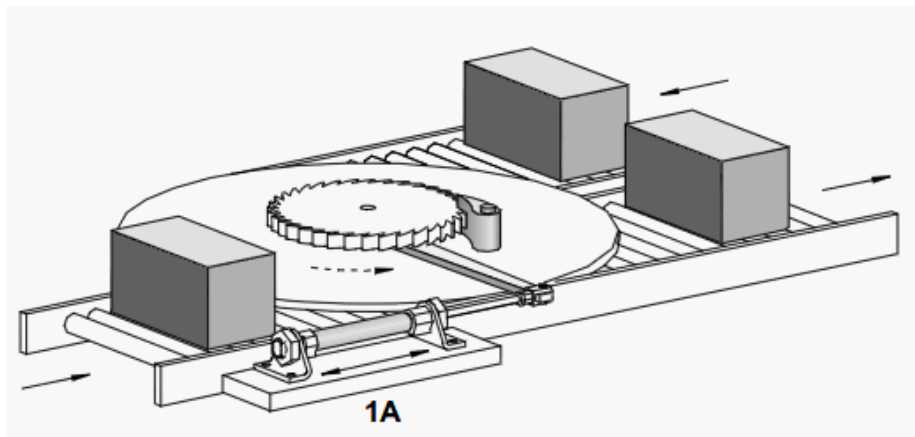
...10/-

- (b) Dengan menggunakan satu alat pengalihan, komponen dialihkan dari konveyor ke atas konveyor yang lain dalam turutan lurus seperti yang ditunjukkan di gambarajah 3(b). Dengan menekan satu suis tekan, proses tersebut bermula dengan silinder menolak komponen tersebut ke konveyor dalam arah yang bertentangan. Proses berulang sehingga dihentikan dengan satu suis yang lain. Lukiskan litar elektrik dan pneumatik untuk proses tersebut. Anggap silinder yang digunakan ialah jenis silinder dua tindakan dengan dua penderia untuk menderia kedudukan asal dan kedudukan bila teranjak.

*Using a diverting device, parts are to be removed from one conveyor track onto another in linear sequence. By pressing a pushbutton switch, the oscillating piston rod of a cylinder pushes the turntable via a pawl in stepped sequence. The parts are diverted and transported onwards in the opposite direction. By pressing another pushbutton switch the drive unit is switched off.*

*Draw the hardwired circuit diagram and pneumatic diagram for this process. Use the double acting cylinder with two sensors to sense the initial position and extended position.*

(40 markah/marks)



Rajah 3(b)

Figure 3(b)

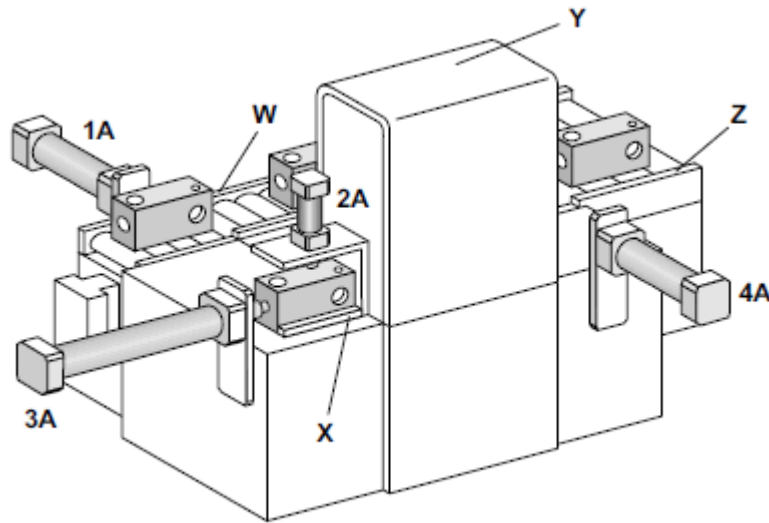
- (c) Bandingkan prinsip operasi penderia jarak induktif, kapasitif dan ultrasonik

*Contrast the operational principles of the inductive, capacitive and ultrasonic proximity sensors*

(20 markah/marks)

4. (a) Jelaskan empat jenis mod penderia fotoelektrik  
*Explain the four different sensing modes of photoelectric sensor*  
(20 markah/marks)
- (b) Satu unit pembersihan berasaskan komponen elektropneumatik dan pengawal logik boleh aturcara adalah seperti dipaparkan di Rajah 4(b). Komponen daripada mesin gerudi dan lorek perlu dibersihkan. Silinder 1A menolak komponen yang perlu dibersihkan dari konveyor (W) ke atas pembawa komponen (X). Komponen dikepit oleh silinder (2A) dan pada masa yang sama, silinder 1A kembali ke tempat asal. Kemudian silinder 3A menghantar komponen tersebut ke kabin pembersihan (Y). Selepas proses pembersihan tamat, Silinder 2A nyahcengkam dan Silinder 4A menolak komponen tersebut ke atas konveyor Z. Kemudian Silinder 3A memulangkan pembawa komponen Z ke tempat asal. Proses satu kitar tersebut dimulakan dengan satu suis "MULA". Setiap silinder mempunyai dua penderia yang mengesan kedudukan asal dan kedudukan apabila teranjak.

*Housing parts coming from a drilling and milling station are to be cleaned as shown in Figure 4(b). Cylinder (1A) pushes the part to be cleaned from the conveyor belt(W) on to a parts carrier (X). The part is clamped by cylinder (2A) and at the same time cylinder (1A) retracts back. Then cylinder (3A) transports it through the washing cabin(Y). Once the washing process is complete, cylinder (2A) unclamps the part and actuator (4A) pushes it onto the conveyor belt (Z). Cylinder (3A) returns the parts carrier to its position. The control system is once more located in the initial position. Pressing the "START" button enables the introduction of a new single cycle. Each cylinder is equipped with two sensors to sense the starting and extended position*



Rajah 4(b)

Figure 4(b)

- (i) Lukiskan gambarajah “langkah-masa” untuk proses tersebut.  
*Draw the displacement-step diagram for the process.*
- (ii) Lukiskan gambarajah pneumatik.  
*Draw the pneumatic diagram.*
- (iii) Lukiskan litar sambungan input dan output modul PLC.  
*Draw the PLC input and output module connection diagram.*
- (iv) Rekabentuk gambarajah tangga PLC untuk mengawal proses tersebut.  
*Design the PLC ladder diagram for controlling the system.*

(80 markah/marks)

oooOooo